

SISTEM KEAMANAN PINTU BERBASIS AUTENTIKASI GANDA MENGUNAKAN RFID DAN KEYPAD PADA ARDUINO DENGAN MONITORING LCD

Dimas Bani Agung Frandika

Universitas Nahdatul Ulama Alghazali Cilacap

Email : dimasfrandika87@gmail.com

ABSTRACT

Door access security plays a crucial role in protecting restricted areas, particularly by addressing the limitations of conventional locking mechanisms, which are vulnerable to key duplication and forced entry. This study aims to design and evaluate a smart door lock prototype based on an Arduino microcontroller that implements two-factor authentication by combining RFID cards and a PIN entered via a keypad. The system was developed using a prototyping approach, allowing the design and testing processes to be conducted iteratively in accordance with predefined functional requirements. System evaluation was carried out through black-box testing to verify functional correctness based on input–output relationships, as well as User Acceptance Testing (UAT) to assess user acceptance of the system’s performance. The evaluation results show a success rate of the test results (UAT) of 92.2%, demonstrating that the dual authentication mechanism effectively restricts door access by requiring both RFID card verification and a valid PIN before activating the door lock solenoid. In addition, the system provides immediate access feedback through an LCD display and a buzzer indicator. Based on these findings, the developed system shows potential as a more controlled and reliable alternative to traditional door locking mechanisms within the evaluated usage context.

Keywords: Smart Door Lock, RFID, Arduino, Two-Factor Authentication, Access Security

ABSTRAK

Keamanan akses pintu merupakan aspek penting dalam melindungi ruangan dari potensi penyalahgunaan, terutama mengingat keterbatasan sistem kunci konvensional yang rentan terhadap penggandaan dan pembobolan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji prototipe sistem kunci pintu pintar berbasis mikrokontroler Arduino dengan menerapkan autentikasi dua faktor, yaitu kombinasi kartu RFID dan kode PIN melalui keypad. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan pendekatan prototipe agar proses perancangan dan pengujian dapat disesuaikan secara bertahap dengan kebutuhan fungsional. Evaluasi sistem dilakukan melalui pengujian black box untuk memastikan kesesuaian fungsi berdasarkan hubungan input dan output, serta User Acceptance Testing (UAT) untuk menilai tingkat penerimaan pengguna. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat keberhasilan pada hasil pengujian (UAT) sebesar 92,2%, yang mengindikasikan bahwa mekanisme autentikasi ganda mampu membatasi akses pintu secara efektif dengan mewajibkan verifikasi kartu RFID dan PIN sebelum solenoid kunci diaktifkan. Selain itu, sistem menyediakan umpan balik akses secara langsung melalui tampilan LCD dan indikator buzzer. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dikembangkan berpotensi menjadi alternatif pengamanan pintu yang lebih terkontrol dan andal dibandingkan kunci tradisional dalam konteks pengujian yang dilakukan.

Kata kunci: *Smart Door Lock, RFID, Arduino, Otentikasi Dua Faktor, Keamanan Akses*

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya, pintu telah dilengkapi dengan kunci pengaman mekanis yang berfungsi untuk membatasi akses ke ruangan-ruangan penting, seperti ruang server dan brankas karyawan (Rizky et al., 2023). Sistem kunci konvensional bekerja dengan mencocokkan bentuk fisik anak kunci dengan profil silinder, sehingga pin-pin di dalamnya dapat bergerak untuk membuka atau mengunci pintu (Fajar Luthfi et al., 2022). Meskipun telah digunakan secara luas, berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem penguncian mekanis memiliki sejumlah kelemahan, antara lain risiko duplikasi anak kunci, kerusakan mekanisme kunci, serta tingginya potensi pembobolan secara paksa, sehingga dinilai kurang optimal dari sisi keamanan (Abdul Hakim Prima Yuniarto et al., 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi digital, sistem penguncian pintu mengalami pergeseran dari mekanisme tradisional menuju sistem kunci pintar berbasis elektronik. Sistem smart lock berbasis mikrokontroler dinilai mampu meningkatkan tingkat keamanan sekaligus kemudahan penggunaan dibandingkan kunci konvensional, menurut sejumlah penelitian sebelumnya. (Muzaki et al., 2024). Teknologi ini tidak lagi bergantung pada anak kunci fisik, melainkan memanfaatkan metode autentikasi elektronik dan digital yang lebih modern dan fleksibel (Yp et al., 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh (Rizal Fachri et al., 2025). penelitian telah mengembangkan sistem smart door lock berbasis mikrokontroler dengan memanfaatkan beragam metode autentikasi, seperti RFID, keypad matriks, sidik jari, dan pengenalan wajah. Sistem tersebut dirancang untuk mendeteksi akses yang sah maupun ilegal, serta mampu memberikan peringatan secara langsung melalui buzzer dan tampilan

pesan pada LCD ketika terjadi percobaan pembukaan pintu yang tidak valid (Khaerudin et al., 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi digital pada sistem penguncian pintar mampu meningkatkan tingkat keamanan dibandingkan sistem konvensional.

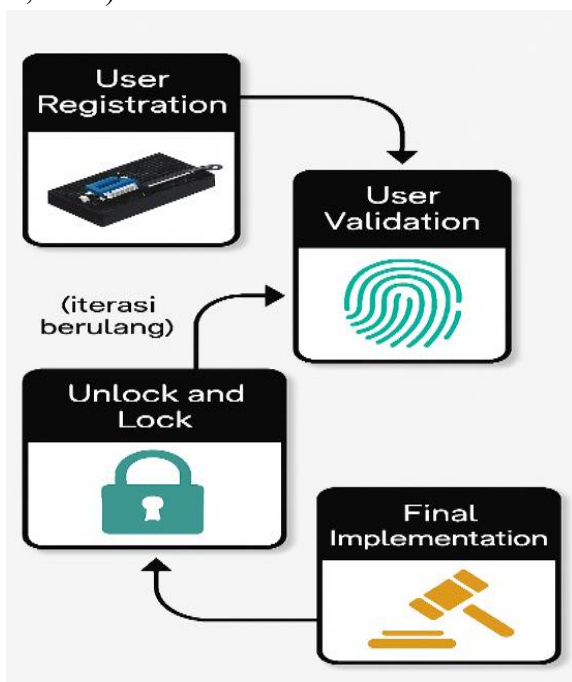
Namun demikian, sejumlah studi mengungkapkan bahwa sebagian besar sistem kunci pintar masih mengandalkan mekanisme autentikasi tunggal. (Rozaq et al., 2023). Ketergantungan pada satu metode verifikasi berpotensi menimbulkan risiko keamanan apabila media autentikasi tersebut hilang, dicuri, atau disadap. Selain itu, sistem keamanan digital juga dihadapkan pada tantangan lain, seperti ketergantungan pada sumber daya listrik, kemungkinan kegagalan perangkat, serta celah keamanan pada sistem elektronik (Hermawanto et al., 2022).

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan sistem autentikasi ganda dengan mengombinasikan RFID dan kode PIN melalui keypad matriks. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan lapisan keamanan, sehingga apabila salah satu metode autentikasi gagal atau disalahgunakan, sistem tetap memerlukan verifikasi tambahan untuk memberikan akses (Riyadani & Subiyanto, 2022). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian prototipe sistem keamanan smart lock berbasis Arduino Uno dengan dua metode verifikasi, yaitu RFID dan keypad matriks, yang dilengkapi dengan LCD sebagai media informasi dan buzzer sebagai indikator peringatan. Sistem verifikasi ganda ini diharapkan menjadi alternatif pengamanan pintu yang lebih aman, efektif, dan mudah diterapkan dibandingkan sistem dengan satu jalur akses (Amalia Nova & Muhammad, 2024). Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan prototipe sistem keamanan

pintu berbasis autentikasi ganda serta evaluasi fungsionalnya melalui pengujian *black box* dan penerimaan pengguna, dengan penekanan pada keandalan logika keamanan berlapis pada sistem tertanam.

2. METODE PENELITIAN

Studi ini menggunakan metode pengembangan prototipe untuk membangun dan menguji sistem keamanan kunci pintar berbasis Arduino Uno. Pendekatan prototipe dipilih karena memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap dengan membuat prototipe awal yang dapat langsung diuji, sehingga fungsi autentikasi, mekanisme penguncian, dan sistem peringatan dapat dievaluasi dan disempurnakan sesuai dengan kebutuhan sistem keamanan pintu. (Prayogi Nugroho & Suwarno, 2024; Vicky C. Mende et al., 2023).



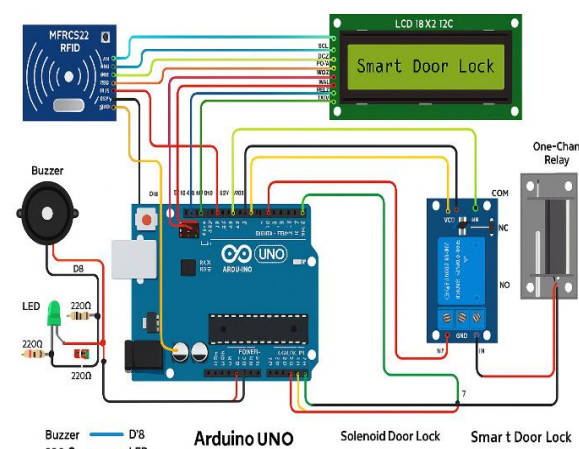
Gambar 1. Gambar Prototipe visual FLO.

2.1 Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

a. Perancangan Perangkat Keras.

Tahap selanjutnya melibatkan perancangan perangkat keras untuk sistem keamanan pintu. Pada tahap ini, para peneliti membuat skema rangkaian elektronik menggunakan Arduino

Uno sebagai pusat kendali utama. Perangkat ini menerima input dari pembaca RFID untuk membaca identifikasi kartu dan keypad matriks untuk memasukkan nomor PIN sebagai bentuk otentikasi tambahan. Informasi status akses, baik diberikan atau ditolak, ditampilkan pada panel LCD yang terhubung langsung ke mikrokontroler. Selain itu, output sistem dihubungkan ke relay, yang mengontrol solenoid kunci pintu sebagai mekanisme penguncian pintu. Sekema di sajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Desain perangkat keras kunci pintu.

b. Perancangan Perangkat Lunak.

Perangkat lunak ini dikembangkan menggunakan Arduino IDE dan bahasa pemrograman C/C++. Aplikasi ini membaca UID kartu RFID dan memproses kode PIN yang dimasukkan melalui keypad matriks sebelum membandingkannya dengan data yang tersimpan dalam memori mikrokontroler. Jika prosedur otentikasi ganda berhasil, sistem akan

mengaktifkan relai, menyebabkan solenoid kunci pintu terbuka. Jika otentikasi gagal, sistem akan menampilkan pesan peringatan pada layar LCD dan membunyikan buzzer untuk menunjukkan penolakan akses.

akan mengaktifkan buzzer sebagai peringatan dan menampilkan pesan "Akses Ditolak" pada LCD.

b. Mode Pendaftaran (Admin)

Mode registrasi digunakan untuk mengelola data akses dan hanya dapat diakses oleh administrator melalui verifikasi PIN admin. Setelah PIN admin divalidasi, sistem menawarkan opsi untuk mendaftarkan kartu RFID atau kode PIN baru. Data yang dimasukkan kemudian disimpan dalam memori EEPROM sebagai data akses. Ketika prosedur registrasi selesai atau gagal, sistem akan segera kembali ke menu utama. Sistem diprogram untuk kembali ke menu utama setelah setiap prosedur selesai atau tidak valid, memastikan bahwa perangkat siap digunakan (siaga) oleh pengguna berikutnya.

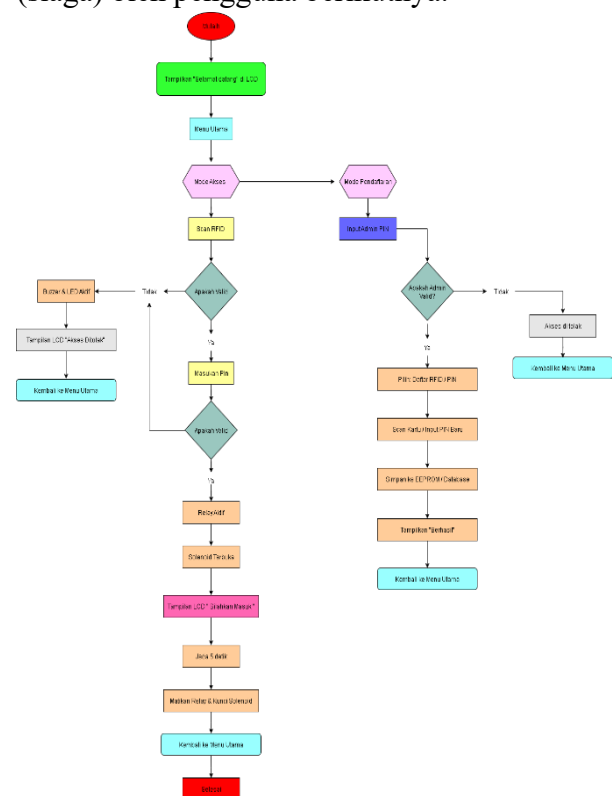
Gambar 3. Kode pemrograman.

2.2 Perancangan Alur Kerja Sistem (Flowchart)

Diagram alir digunakan untuk menggambarkan logika sistem Kunci Pintu Pintar, sehingga alur proses menjadi lebih mudah dipahami. Proses sistem dipisahkan menjadi dua mode utama: Mode Akses untuk pengguna dan Mode Registrasi untuk administrator.

a. Mode Akses (Pengguna)

Proses dimulai dengan inisialisasi sistem dan tampilan awal pada LCD. Pengguna memindai kartu RFID, dan sistem memvalidasi kartu UID yang dipindai. Jika kartu valid, pengguna diharuskan memasukkan PIN sebagai langkah otentikasi kedua. Jika tahap otentikasi kedua berhasil, mikrokontroler mengaktifkan relai untuk mengaktifkan kumparan solenoida selama 5 detik sebelum kembali ke operasi normal. Demikian pula, jika validasi gagal pada langkah terakhir, sistem



Gambar 4. Flowchart alur kerja sistem.

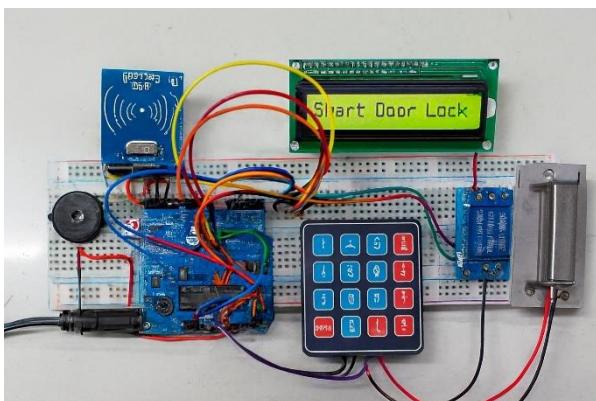
2.3 Perakitan komponen.

Langkah selanjutnya adalah perakitan komponen, yang melibatkan menghubungkan semua perangkat elektronik ke mikrokontroler

Arduino Uno menggunakan skema rangkaian yang dibuat pada tahap sebelumnya. Sebelum pengujian fungsional, sistem prototipe dirakit menggunakan kabel jumper.

Tahapan perakitan meliputi:

- a. Koneksi Input: Menghubungkan modul RFID RC522 sebagai pembaca kartu dan keypad matriks 4x4 sebagai perangkat input PIN ke pin digital Arduino Uno.
- b. Koneksi Output: Untuk menampilkan status akses, hubungkan LCD 16x2 (yang sering menggunakan modul I2C untuk efisiensi pin) dan modul relai atau solenoid pengunci pintu sebagai aktuator sistem penguncian pintu.
- c. Integrasi Fisik: Merakit semua komponen pada breadboard untuk membuat prototipe sistem lengkap untuk pengujian.



Gambar 5. Desain perangkat keras kunci pintu digital.

Spesifikasi perangkat mencakup mikrokontroler Arduino Uno sebagai unit pemrosesan utama, modul RFID RC522 untuk identifikasi kartu, keypad matriks untuk verifikasi PIN, LCD 16x2 untuk pemantauan visual, modul relai, dan kunci pintu solenoid sebagai aktuator pengunci. Kabel jumper, papan prototipe (breadboard), tag RFID, dan catu daya digunakan sebagai bahan pendukung. Logika kontrol sistem diprogram menggunakan perangkat lunak Arduino IDE.

2.4 Pengujian

Tahap akhir dari studi ini adalah pengujian sistem, yang memastikan bahwa fungsi sistem memenuhi standar desain. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pengujian black-box, User Acceptance Testing (UAT), Tabel Pengujian Perangkat Tertanam dengan pendekatan fungsional, yang melibatkan menjalankan sistem melalui berbagai situasi otentikasi tanpa memeriksa struktur internal kode program. Pengujian ini meliputi penilaian reaksi sistem terhadap akses yang diizinkan dan tidak diizinkan untuk menilai keandalan prosedur keamanan yang telah diterapkan.

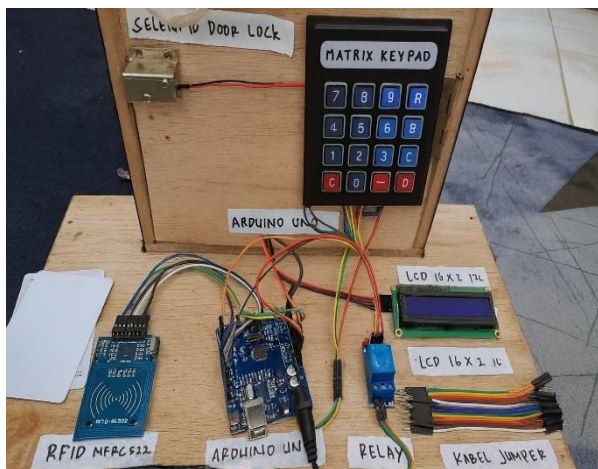
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi serta evaluasi sistem keamanan pintu berbasis autentikasi ganda yang telah dirancang. Prototipe sistem berhasil dikembangkan menggunakan Arduino Uno sebagai unit kendali utama, yang terintegrasi dengan modul RFID dan keypad matriks. Berdasarkan hasil pengujian fungsional, mekanisme verifikasi bekerja sesuai dengan rancangan, di mana kunci pintu hanya dapat diaktifkan apabila kartu RFID yang terdaftar terdeteksi dan kode PIN yang valid dimasukkan secara berurutan (Rizal Fachri et al., 2025).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan autentikasi ganda mampu meningkatkan tingkat keamanan dibandingkan sistem penguncian konvensional. Pendekatan ini memberikan perlindungan berlapis, sehingga meskipun salah satu media autentikasi disalahgunakan, akses tetap dibatasi oleh verifikasi tambahan. Selain itu, sistem LCD menunjukkan respons yang baik dengan menampilkan informasi status akses secara real-time, baik untuk autentikasi yang berhasil maupun gagal, sehingga pengguna memperoleh umpan balik yang jelas dan cepat selama proses akses.

3.1. Implementasi Perangkat (Hasil)

Perangkat keras sistem kunci pintu pintar berhasil direalisasikan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Arduino Uno berperan sebagai pengendali utama yang terintegrasi dengan modul RFID RC522 sebagai pembaca kartu dan keypad matriks 4x4 sebagai media verifikasi PIN. Antarmuka pengguna dilengkapi dengan LCD 16x2 yang menampilkan status sistem dan informasi proses autentikasi. Mekanisme penguncian dioperasikan oleh solenoid yang dikendalikan melalui modul relai, di mana kunci akan aktif setelah kartu RFID terdaftar dan PIN yang valid terverifikasi secara berurutan. Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat berfungsi secara terintegrasi dan mendukung kinerja sistem keamanan sesuai dengan perancangan.(Maulana et al., 2024).



Gambar 6. Hasil rangkaian prototipe.

3.2 Hasil Pengujian *Black Box* (Tabel Pengujian)

Tabel pengujian ini berisi hasil pengujian black box yang mengkonfirmasi implementasi logika otentikasi ganda, di mana sistem hanya memberikan akses ketika dua parameter keamanan, yaitu kartu RFID yang valid dan PIN yang tepat, terpenuhi secara bersamaan. Pengujian Penerimaan Pengguna (User Acceptance Testing/UAT) melibatkan

sekelompok pengguna akhir dari sistem keamanan pintu yang mengevaluasi tingkat penerimaan, kemudahan penggunaan, dan kepraktisan sistem sebelum dioperasikan.

Tabel 1. Tabel Pengujian Black Box Testing.

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1.	Menghidupkan daya ke Arduino.	LCD menampilkan pesan "Sistem Siap" atau "Standby".	Semua perangkat menyala dengan baik.	Valid
2.	Menempelkan kartu RFID yang tidak terdaftar	Buzzer berbunyi alarm, LCD menampilkan "Kartu Tidak Dikenal", Solenoid tetap terkunci	Sesuai harapan	Valid
3.	Menempelkan kartu RFID terdaftar, tetapi input PIN salah	Buzzer berbunyi alarm, LCD menampilkan "PIN Salah", Solenoid tetap terkunci	Sesuai harapan	Valid
4.	Menempelkan kartu RFID terdaftar dan input PIN benar	Solenoid terbuka (aktif), LCD menampilkan "Silahkan Masuk", Buzzer bunyi <i>beep</i>	Sesuai harapan	Valid
5.	Menunggu jeda waktu (delay) setelah pintu terbuka	Solenoid kembali terkunci otomatis setelah durasi 5 detik	Sesuai harapan	Valid

a. Validasi Logika Keamanan Bertingkat (*Dual Layer Authentication*).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem secara konsisten menerapkan logika autentikasi berlapis berbasis kondisi AND. Solenoid kunci pintu hanya aktif ketika kartu RFID yang terdaftar terdeteksi dan kode PIN yang valid dimasukkan. Apabila salah satu syarat tidak terpenuhi, akses secara otomatis ditolak, yang menegaskan bahwa mekanisme

keamanan ganda berfungsi efektif dalam mencegah akses tidak sah.

b. Respons Sistem Terhadap Input Ilegal.

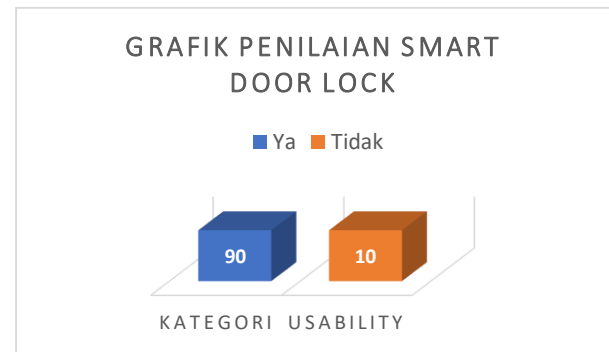
Berdasarkan pengujian black box, sistem mampu mengenali dan menolak setiap bentuk input autentikasi yang tidak sesuai. Ketika terjadi kegagalan verifikasi, sistem secara langsung mengaktifkan buzzer dan menampilkan pesan peringatan pada LCD, sehingga pengguna memperoleh umpan balik yang cepat dan jelas.

c. Kestabilan Alur Kerja (*Workflow Stability*)

Pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki alur kerja yang stabil, ditandai dengan kemampuan perangkat untuk kembali ke kondisi siaga setelah waktu akses berakhir atau autentikasi gagal. Mekanisme penguncian ulang otomatis ini membantu meminimalkan kesalahan pengguna dan meningkatkan keandalan sistem dalam pengamanan pintu.

3.3 User Acceptance Testing (UAT)

Nilai persentase keberhasilan sistem diperoleh melalui metode User Acceptance Testing (UAT). Pengujian ini terdiri dari sembilan pertanyaan yang dikelompokkan ke dalam tiga aspek utama, yaitu *usability*, *system metrics*, dan *user satisfaction*. Proses UAT melibatkan sepuluh responden yang merupakan siswa dan siswi, yang melakukan pengujian sistem secara langsung setelah sesi demonstrasi prototipe. Hasil penilaian responden dalam bentuk persentase disajikan melalui grafik yang ditampilkan pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10.



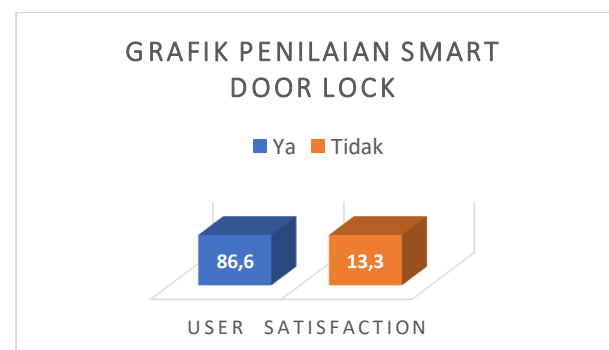
Gambar 7. Persentase Kategori *Usability*.

Gambar 7 menunjukkan penilaian aspek *usability* prototipe smart door lock yang mencakup kemudahan antarmuka, akses fitur, dan responsivitas sistem. Sebanyak 90% responden memberikan penilaian positif, menandakan bahwa sistem mudah digunakan dan berfungsi dengan baik, sementara 10% responden masih mengalami kendala. Hasil ini menunjukkan bahwa aspek *usability* telah terpenuhi dengan baik.

OBJ

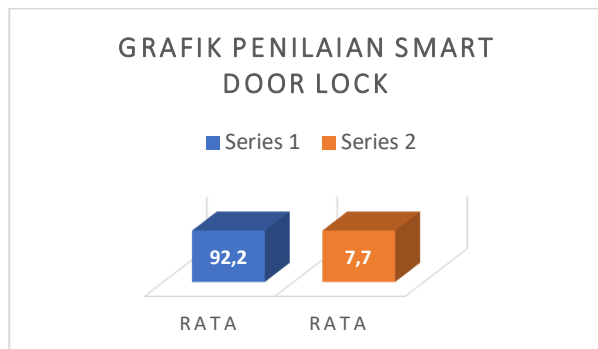
Gambar 8. Persentase *system metrics*.

Gambar 8 menyajikan hasil evaluasi aspek *system metrics* pada prototipe smart door lock yang meliputi stabilitas, kecepatan respons, dan keandalan sistem selama autentikasi. Seluruh responden (100%) memberikan penilaian positif, yang menunjukkan bahwa sistem beroperasi secara stabil dan responsif serta telah memenuhi kriteria kinerja teknis yang diharapkan.



Gambar 9. Presentase *User Satisfaction*.

Gambar 9 menampilkan hasil penilaian aspek *user satisfaction* pada prototipe smart door lock yang mencakup kenyamanan penggunaan, kejelasan umpan balik sistem, dan tingkat kepuasan secara keseluruhan. Sebanyak 86,6% responden memberikan penilaian positif, menunjukkan bahwa sistem diterima dengan baik dan memberikan pengalaman penggunaan yang memuaskan, sementara 13,4% responden menyatakan ketidakpuasan terhadap beberapa aspek tertentu. Temuan ini mengindikasikan bahwa prototipe memiliki tingkat penerimaan pengguna yang tinggi.



Gambar 10. Rata-rata Penilaian *Smart Door Lock*

Gambar 10 menunjukkan rata-rata hasil penilaian responden terhadap prototipe *smart door lock*, di mana 92,2% pengguna menyatakan bahwa sistem telah sesuai dengan kebutuhan mereka, sedangkan 7,7% responden menilai sistem masih belum sepenuhnya memenuhi harapan pengguna. Rincian hasil evaluasi yang ditampilkan pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10 disajikan secara lebih lengkap pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel penerimaan pengguna.

No	Materi kuesioner	Ya	Tidak	Presentase (%)	
				Ya	Tidak
Usability					

1.	Kemudahan (Learnability): Apakah pengguna baru dapat menggunakannya...?	Ya		80	20
2.	Efisiensi (Efficiency): Apakah fitur utama RFID dan Keypad matrix berjalan dengan baik...?	Ya		90	10
3.	Kejelasan Monitoring: Pengguna melihat LCD saat akses ditolak atau diterima...?	Ya		100	0
System Metrics					
4.	Akurasi Akses Valid: Pengguna menempelkan kartu terdaftar 10 kali...?	Ya		100	0
5.	Keamanan Akses Tidak Valid: Pengguna menempelkan kartu tidak terdaftar 10 kali...?	Ya		100	0
6.	Konsistensi Data LCD: Pengguna menempelkan kartu. Apakah data yang di tampilkan konsisten...?	Ya		100	0
User Satisfaction					
7.	Tingkat Kepercayaan: Seberapa percaya Anda dengan keamanan sistem ini..?	Ya		80	20
8.	Kemudahan: Seberapa mudah sistem ini digunakan dibanding kunci konvensional...?	Ya		90	10
9.	Penerimaan: Apakah Anda nyaman menggunakan sistem ini setiap hari...?	Ya		90	10
Presentase Rata-rata Responden				92,2	7,7

3.4 Tabel Pengujian Perangkat Tertanam

Tabel uji sistem adalah alat dokumentasi untuk mencatat dan mengevaluasi respons teknis dari perangkat keras dan perangkat lunak selama proses pengujian semakin besar angka yang di dapat semakin bagus dan sistem layak. Parameter pengujian meliputi kinerja mikrokontroler, respons sensor, dan indikasi keluaran sistem. Tabel ini memvalidasi fungsi sistem terhadap spesifikasi yang dimaksudkan dengan membandingkan input dan output sebagai dasar untuk evaluasi kinerja sebelum perangkat dioperasikan.

Tabel 3. Tabel pengujian Perangkat Embedded.

No	Pengujian Perangkat	Sekor 1 - 5
1.	Perangkat berhasil booting, layar lcd "Sistem Siap" atau "Standby".	5
2.	Daya (power supply) sumber daya tegangan dan arus yang digunakan stabil dan memadai untuk semua komponen.	5
3.	Sensor diberi input akan bekerja sesuai fungsinya.	5
4.	Kecepatan respon, sensor RFID merespon kartu.	4
5.	Lcd display menampilkan pesan real time Akses di "Terima" atau akses di "tolak", Ketika membaca kartu.	5

3.5 Pembahasan Analisis Data.

Berdasarkan hasil pengujian fungsional, sistem keamanan berbasis autentikasi ganda terbukti memberikan kontrol akses yang lebih

efektif dibandingkan kunci konvensional. Kombinasi verifikasi kartu RFID dan kode PIN mengharuskan terpenuhinya dua syarat keamanan secara bersamaan sebelum akses diberikan, sehingga kehilangan atau penyalahgunaan kartu RFID tidak serta-merta memungkinkan pembukaan pintu tanpa validasi PIN yang benar.

Dari sisi kinerja sistem, modul RFID RC522 mampu membaca kartu secara konsisten pada jarak efektif kurang dari 3 cm, yang mendukung proses autentikasi tanpa kontak sekaligus meminimalkan pembacaan tidak disengaja. Selain itu, waktu respons sistem dari tahap verifikasi hingga aktivasi solenoid berada dalam batas yang telah ditetapkan, menunjukkan bahwa Arduino Uno mampu memproses beberapa input secara stabil dan andal. Meskipun demikian, pengujian yang dilakukan masih terbatas pada evaluasi fungsional dasar dan belum mencakup simulasi serangan tingkat lanjut, seperti brute-force PIN atau kloning RFID, sehingga ruang pengembangan lebih lanjut masih terbuka.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe sistem kunci pintu pintar berbasis Arduino Uno dengan autentikasi dua faktor menggunakan RFID dan keypad. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan kontrol akses dengan mewajibkan verifikasi kartu RFID dan kode PIN secara bersamaan, sehingga lebih aman dibandingkan mekanisme penguncian konvensional pada skenario yang diuji. Integrasi LCD dan buzzer memberikan umpan balik langsung kepada pengguna serta mendukung fungsi penguncian otomatis. Meskipun demikian, evaluasi sistem masih terbatas pada pengujian operasional dasar,

sehingga diperlukan pengujian lanjutan untuk menilai ketahanan dan keandalan sistem dalam kondisi penggunaan yang lebih kompleks.

4.2. Saran

Berdasarkan keterbatasan penelitian ini, pengembangan selanjutnya disarankan untuk menambahkan fitur pemantauan dan pengendalian jarak jauh, seperti integrasi dengan aplikasi berbasis Android. Selain itu, sistem dapat diperluas dengan fitur notifikasi real-time melalui layanan pesan instan untuk meningkatkan pengawasan akses. Pengembangan tersebut diharapkan mampu meningkatkan fleksibilitas, keamanan, dan efektivitas sistem tanpa mengurangi keandalan operasionalnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Hakim Prima Yuniarto, Lestiyanti, Y., Asrori, M. F., Laela, N., & Nurcholis, A. (2023). Perancangan Smart Door Lock System dengan Multi Sensor untuk Sistem Keamanan Rumah. *Techne : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(2), 333–342. <https://doi.org/10.31358/techne.v22i2.404>
- [2] Amalia Nova, & Muhammad. (2024). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Modul RFID Berbasis IoT. *Jurnal Sains Dan Teknologi 4.0 (JST 4.0)*, 1(2), 1–7. <https://jurnal.komputasi.org/index.php/jst/article/view/20/>
- [3] Fajar Luthfi, F., Marisa Midyanti, D., & Suhardi. (2022). Sistem Keamanan pada Loker Berbasis Internet of Things. *Jurnal Fokus Elektroda*, 07(03), 200–206. <https://elektroda.uho.ac.id/>
- [4] Hermawanto, F., Habibi, H. J., & Hasyim, N. C. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengunci Pintu Berbasis RFID dan Arduino pada Laboratorium Komputer Jurusan Teknik Informatika. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 4(1), 26–35. <https://doi.org/10.14710/jplp.4.1.26-35>
- [5] Khaerudin, M., Achmad, A., Supriyadi, S., Budi Srisulistiwati, D., Bhayangkara Jakarta Raya, U., & Ilmu Komputer, F. (2023). Rancang Bangun Pintu Otomatis Berbasis Arduino (Studi Kasus: Tk. Bina Mulia). *Jurnal Nuansa Informatika*, 17(1), 2614–5405. <https://journal.uniku.ac.id/index.php/ilkom>
- [6] Kinsela Brajamusti, J., Yansa, R. A., Riziq, M. R., Abi, A., Yasa, R., Hidayatullah, A., & Prayitno, S. (2024). Socialization of Rfid-Based Smart Lock Door System Using Esp32 As a Security Solution in the Laboratory Room of Sman 1 Tajurhalang. *IJEEE: Indonesian Journal of Electrical Engineering and Electronics* |, 1(2), 41–48.
- [7] Maulana, H., Pendidikan, P., Elektro, T., Negeri, I., & Aceh, A. B. (2024). *PERANCANGAN SMART DOOR LOCK BERBASIS RFID DAN*. 8, 80–88.
- [8] Muzaki, I., Amal, M. I., & AlFarisi, M. (2024). Smart Lock Door Berbasis Digital Menggunakan Rfid Rc522 Dan Microcontroller Arduino Nano. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 13(2), 75–81. <https://doi.org/10.14710/transient.v13i2.75-81>
- [9] Prayogi Nugroho, M. I., & Suwarno, J. (2024). Implementasi Metode Prototipe dalam Perancangan Sistem Penerimaan Peserta Didik Baru. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 34(2), 65–74. <https://doi.org/10.37277/stch.v34i2.2073>
- [10] Riyadani, M. E., & Subiyanto, S. (2022). Sistem Keamanan Untuk Otorisasi Pada Smart Home Menggunakan Pengenalan Wajah Dengan Library OpenCV. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 5(2), 69–77. <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v5i2.284>
- [11] Rizal Fachri, M., Studi Pendidikan Teknik Elektro, P., & Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, U. (2025). *Analisis Prototype Smart Door Lock Berbasis RFID, Keypad dan Sensor Gerak*. X(1).
- [12] Rizky, R. F., Zy, A. T., & Sunge, A. S. (2023). Sistem Smart Door Lock Menggunakan Voice Recognition Berbasis Arduino. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(2), 239–244. <https://doi.org/10.47065/bit.v3i1>
- [13] Rozaq, A., Irawan, D., & Surya, Y. A. (2023). Sistem Keamanan Rumah Menggunakan RFID dan Keypad Matrix Dengan One Time Pad Home Security Systems Using RFID and Keypad Matrix With One Time Pad. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 5(1), 47–56. <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE>
- [14] Vicky C. Mende, Quido C. Kainde, & Ferdinan I. Sangkop. (2023). Virtual Tour Pariwisata Kelurahan Lahendong Berbasis Web Menggunakan Metode Prototyping. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 187–199. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i2.1963>
- [15] Yp, M. R., Ariyadi, T., Elektro, J. T., & Bina Darma, U. (2025). *DESAIN SISTEM IOT PADA SMART LOCK DOOR MENGGUNAKAN SENSOR GETAR*. *Rang Teknik Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.31869/rjt.v8i1.6152>

